

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年11月26日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-342184

[ST.10/C]:

[JP 2002-342184]

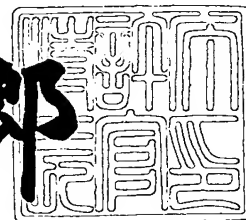
出 願 人
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035582

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0873

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 大友 茂一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 福井 宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 芳田 伸雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071
【選任した代理人】
【識別番号】 100094352
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐々木 孝
【電話番号】 03-3661-0071
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 081423
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録再生分離型磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられ一端に突出部が形成された下部磁極と、該下部磁極の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、該磁気ギャップと反対側で前記下部磁極に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 2】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられ一端に突出部が形成され該突出部の上部の両端角部が除去された下部磁極と、該下部磁極の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、該磁気ギャップと反対側で前記下部磁極に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 3】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられた下部磁極と、該下部磁極の一端の上に設けられその一端に突出部が形成された下部磁極先端層と、前記下部磁極の他端の上に設けられた下部磁極後端層と、該下部磁極後端層と前記下部磁極先端層との間を充填する非磁性絶縁層と、前記下部磁極先端層、非磁性絶縁層及び下部磁極後端層の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、前記下部磁極後端層に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して

配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 4】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられた下部磁極と、該下部磁極の一端に設けられた複数の層から構成されその最上層の一端に突出部が形成された下部磁極先端層と、前記下部磁極の他端の上に設けられた下部磁極後端層と、該下部磁極後端層と前記下部磁極先端層との間を充填する非磁性絶縁層と、前記下部磁極先端層、非磁性絶縁層及び下部磁極後端層の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、前記下部磁極後端層に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 5】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層の前記突出部を含む一端側の前記上部磁極との対向部分に第 2 の突出部が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 6】

前記上部磁極は前記磁気ギャップを構成する部分に位置する上部磁極先端層と、該上部磁極先端層に繋がる上部磁極上層と、該上部磁極上層と繋がり前記下部磁極後端層に接続された上部磁極後端層とを有することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成された前記突出部の深さは $0.01\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 8】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成された前記突出部の幅は $0.26\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$ であり、前記第 2 の突出部の幅は少なくともトラック幅を有す

ることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 9】

前記導体コイルは 2 層以上積層され、各導体コイルは端部で直列に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 10】

前記導体コイルは 2 層で構成され、下層の導体コイルは前記上部磁極先端層と上部磁極後端層の間に配置されていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項 11】

前記導体コイルは 2 層で構成され、下層の導体コイルは前記下部磁極先端層と下部磁極後端層の間に配置され、上層の導体コイルは前記上部磁極先端層と上部磁極後端層との間に配置されていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気ディスク装置に使用される記録再生分離型磁気ヘッドに係り、特に高記録密度、高トラックピッチで使用される狭トラック幅を有する薄膜記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置の記録密度の向上に伴って、記録媒体の性能向上とともに記録再生特性に優れた薄膜磁気ヘッドの開発が強く要求されている。現在、再生ヘッドとしては、高い再生出力を得ることができる MR（磁気抵抗効果）素子や GMR（巨大磁気抵抗効果）素子を用いたヘッドが使用されている。また、さらに高い再生感度の得られる TMR（トンネル磁気抵抗）素子も開発されている。一方、記録ヘッドには従来の電磁誘導を利用した誘導型の薄膜記録ヘッドが

用いられており、以上の再生ヘッドと記録ヘッドを一体に形成した記録再生分離型薄膜磁気ヘッドが用いられている。

【 0 0 0 3 】

薄膜記録ヘッドの記録特性を向上するためには、高保磁力の記録媒体を十分に記録するために強くかつ急峻な記録磁界を発生する必要がある。ところが、トラック密度向上に伴うトラック幅の減少により、薄膜記録ヘッドの磁極先端部に磁気飽和が生じ、記録磁界が低下する問題が発生する。また、記録磁界がトラック幅のみでなく、隣接トラック部にも漏洩する問題がある。

【 0 0 0 4 】

従来の薄膜磁気ヘッドとして、特許文献 1 の図 2 に記載されるように、上部磁極を上部磁極先端層と上部磁極上層に分離する構造がある。この構造は図 3 に示すように、非磁性材からなる基板 1 の上に、再生分解能を向上し外部磁界の影響を排除するための軟磁性材からなる下部磁気シールド 2 を設け、その上に非磁性絶縁材よりなる再生ギャップ 3 を設け、再生ギャップ 3 中に MR または GMR 素子からなる再生素子 4 を配置する。この上に上部磁気シールドを兼用する軟磁性材料よりなる下部磁極 5 を設け、さらに記録ギャップ層 6 を配置する。この上に、ギャップデプスを規定するためのデプス規定用非磁性層 7 を設け、さらに、上部磁極先端層 8 および上部磁極後端層 9 を設け、これらの間隙を非磁性絶縁層 10 で埋め込み、平坦化する。この上に、コイル絶縁層 11 を設け、コイル絶縁層 11 中に下層導体コイル 12 および上層導体コイル 12' を配置する。なお、導体コイルは一層のみの場合もある。さらに上部磁極上層 13 を設け、ヘッド全体を保護層 14 で保護する。

【 0 0 0 5 】

上部磁極先端層 8 の浮上面 15 における幅はトラック幅に相当する幅に加工されている。導体コイル 12、12' は上部磁極上層後端部 16 を周回する如く構成する。導体コイル 12、12' に記録電流を印加することにより、上部磁極上層 13 および上部磁極後端層 9、下部磁極 5 に磁束を誘起し、記録ギャップ先端より発生する記録磁界により、浮上面 15 から微少距離離れて移動する記録媒体 17 に信号を記録する。記録ギャップ近傍には下部磁極 5 より磁束が集中し、この

結果高い記録磁界が発生する。上部磁極先端層 8 が記録ギャップ層 6 と接触する長さをギャップデプス G_d と称し、これを減少するほど磁束が磁極先端に集中するために記録磁界が増加する。

【0006】

また、狭トラック幅形成の精度を向上する方法として、図 4 に示す記録再生分離型薄膜磁気ヘッドが特許文献 2 で提案されている。このヘッドでは、下部磁極主層 18 の上に下部磁極先端層 19 および下部磁極後端層 20 を設け、これらの間隙を下部非磁性絶縁層 21 で埋め込み、平坦化して記録ギャップ層 6 を形成し、この平坦面上にレジストフレームを作成して上部磁極先端層 8 を形成する。これにより、狭トラック幅を高精度で形成することが出来る。

【0007】

図 4 に示す記録再生分離型薄膜磁気ヘッドのヘッド先端部の斜視図を、図 5 に示す。図 3 および図 4 に示す薄膜磁気ヘッドとも、下部磁極 5 および下部磁極先端層 18 の先端部にはトラック幅 T_w とほぼ同等の幅を有するトリム部 22 を形成し、これによりトラック幅 T_w の外側に漏洩するいわゆるフリンジ磁界を低減している。

【0008】

特許文献 1

特開 2 0 0 0 - 2 7 6 7 0 7 号公報 (第 7 - 8 頁、図 2)

特許文献 2

特開 2 0 0 2 - 1 5 7 7 0 5 号公報 (第 3 頁、図 1 - 図 2)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

前記従来技術において、トリム部 22 は、上部磁極先端層 8 のトラック形成部をマスクとして、イオンミリングあるいはリアクティブイオンエッチングにより下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 19 を掘り込んで形成する。このため、トリム部 22 の高さ T_r は記録ギャップの約 2 ~ 3 倍程度が限度であり、トリム部 22 の高さを大きくすることは製造上極めて困難である。したがって、トラック幅の外側に漏洩する磁界を十分に小さくすることが困難であり、トラックピッチの

減少に伴って、隣接トラックに余分な信号を記録したり、隣接トラックの記録信号を多数回の記録動作を行うことにより徐々に消去してしまうという可能性がある。

【0010】

本発明の目的は、薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を大幅に減少し、狭トラックピッチを実現する記録再生分離型磁気ヘッドを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の記録再生分離型磁気ヘッドは、下部磁極あるいは下部磁極先端層に、トラック幅に等しいかやや広い幅を有する浮上面側に突出する突出部を設け、突出部以外の下部磁極あるいは下部磁極先端層は浮上面より後退させる。このような構成をとることにより、オフトラック部の漏洩磁界が発生する下部磁極あるいは下部磁極先端層の上端面が浮上面に露出しないため、オフトラック部の漏洩磁界を大幅に低減することができる。

【0012】

下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成した突出部に上部磁極先端層のトラック幅部分を形成する場合、突出部と上部磁極先端層のトラック幅部分の位置合わせが困難となる。突出部の幅と上部磁極先端層のトラック幅が同一であることが、オフトラック漏洩磁界の少ない記録磁界分布を得るために好ましいが、この場合、位置合わせが難しく、上部磁極と下部磁極のトラック幅ずれを生じ結果的に実効トラック幅の減少、記録磁界の減少を生ずる恐れがある。本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドでは、下部磁極あるいは下部磁極先端層に設ける突出部の幅を上部磁極先端層のトラック幅より大きく設定し、この上に上部磁極先端層のトラック部を形成した後、上部磁極先端層のトラック幅部分をマスクとして、イオンミリングあるいはリアクティブイオンエッチング等により前記突出部のトラック幅より広い部分を除去してトリム部を形成し、下部磁極と上部磁極のトラック幅ずれを防止する。この場合、突出部の初期の幅をトラック幅に比べて適正な値とすることにより、トラックの位置合わせを可能にし、かつオフトラック漏洩磁界も低減することが出来る。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドでは、前記突出部のトラック幅を構成する部分以外の上端角部を除去する。これにより、突出部の幅を大きくしてもオフトラック漏洩磁界を低減することができる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。

〔実施例 1〕、〔実施例 2〕

本発明の第 1 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッド先端部近傍の斜視図を図 1 に示す。ヘッド断面の構造は図 4 と同様である。なお、本図では、下部磁極主層 1 8、下部磁極先端層 1 9、上部磁極先端層 8、上部磁極上層 1 3 のみを示しており、磁気シールド、導体コイル、絶縁層、保護膜等の表示を省略している。下部磁極先端層 1 9 にほぼトラック幅 T_w の幅を有する突出部 2 4 を設ける。この場合、突出部 2 4 以外の下部磁極先端層 1 9 は浮上面より深さ L_{pfd} 離れた位置に設置する。また、本発明の第 2 の実施例による薄膜記録ヘッド図 2 に示す。下部磁極先端層 1 9 にトラック幅 T_w より広い幅 L_{pfw} を有する突出部 2 4 を設け、突出部 2 4 の下部磁極先端層 1 9 を浮上面から距離 L_{pfd} だけ後退させる。

【 0 0 1 5 】

上記の構成を取ることによるオフトラック漏洩磁界を計算機シミュレーションを用いて求めた。図 1 および図 2 に示すヘッド構造において、トラック幅 $T_w = 0.25 \mu m$ 、記録ギャップ長 $GL = 0.1 \mu m$ 、ギャップデプス $Gd = 1 \mu m$ 、トリム高さ $Tr = 0.22 \mu m$ 、下部磁極高さ $L_{p2h} = 1.5 \mu m$ 、上部磁極絞り位置 $Ly = 1 \mu m$ 、下部磁極主層膜厚 $L_{p1t} = 2 \mu m$ 、上部磁極先端層膜厚 $U_{p1t} = 1.5 \mu m$ 、上部磁極上層膜厚 $U_{p2t} = 2 \mu m$ とした。薄膜記録ヘッドに使用する磁性材料として、下部磁極主層 1 8 および上部磁極上層 1 3 には 4 5 Ni-Fe 膜 (飽和磁束密度 $B_s = 1.68 T$)、下部磁極先端層 1 9 および上部磁極先端層 8 には CoNiFe 膜 ($B_s = 2.2 T$) を用いた。起磁力は $0.54 AT$ とした。また、比較例として図 5 に示した従来の薄膜記録ヘッドを、突出部 2 4 以外は同一の寸法および同一の磁性材料で作製した。

【 0 0 1 6 】

図 6 に、突出部 2 4 の幅 L_{pfd} をトラック幅 T_w と同じ $0.25 \mu m$ とした時のオフトラック方向の漏洩磁界 H_{xz} の分布を示す。Z はトラック幅方向で、 $Z=0$ はトラック幅中心であり、 H_{xz} はヘッド走行方向磁界成分 H_x とトラック幅方向磁界成分 H_z のベクトル和であり、ヘッド走行方向 X を変化した時の各 Z 位置での最大値を示している。図のように、 $L_{pfd}=0$ すなわち突出部 2 4 がいない場合（図 5 に示した従来例）、オフトラック位置 $Z=0.5 \mu m$ での磁界は約 $320 kA/m$ ($40000e$) と高く、さらに Z が大きくなっても磁界はあまり減衰しない。一方、第 1 の実施例の薄膜記録ヘッドのように突出部 2 4 を形成した場合、 L_{pfd} が $0.15 \mu m$ から $0.5 \mu m$ のいずれの場合もオフトラックでの磁界は大幅に減少し、 $Z=0.5 \mu m$ での磁界は $220 kA/m$ ($27500e$) 以下となる。

【 0 0 1 7 】

このように突出部 2 4 がいない図 5 に示すヘッドにおいては、上部磁極先端層 8 から下部磁極先端層 1 9 の上端面 2 3 に漏洩磁束が流れるため、下部磁極先端層の上端面 2 3 の浮上面位置で比較的高い漏洩磁界 H_{xz} が発生する。一方、図 1 に示した第 1 の実施例の薄膜記録ヘッドでは、下部磁極先端層 1 9 の上端面 2 3 が浮上面 1 5 より離れているため、浮上面上でのオフトラック漏洩磁界 H_{xz} は大きく減衰する。オフトラック漏洩磁界の低下により、隣接トラックに記録された信号が消去、減衰するという現象は大幅に低減し、狭トラックピッチの磁気記録装置を提供することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

上記のように、図 1 に示した構成によりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を大幅に低減した薄膜記録ヘッドを提供することが出来る。図 1 の薄膜記録ヘッドを製造するには、上部磁極先端層 8 をマスクとしてイオンミリングにより突出部 2 4 を形成することになるが、加工深さをトリム部 2 2 の形成に比較して大幅に増加する必要がある。従って、突出部 2 4 をあらかじめ備えた下部磁極先端層 1 9 を形成し、この上に上部磁極先端層 8 を形成する。上部磁極先端層 8 の形成は、下部磁極先端層 1 9 の上の記録ギャップ層 6 上にレジストを塗布し、下部磁極先端層 1 9 の形状になるべき部分をマスクを通して露光、現像して除去し、さらに除去し

た部分に上部磁極先端層 8 となる磁性膜をメッキ法により形成する。

【0019】

図 2 に示される本発明の第 2 の実施例では、突出部 2 4 の幅 L_{pfw} をトラック幅 T_w より大きく形成する。この上に上部磁極先端層 8 を形成した後、上部磁極先端層 8 のトラック部をマスクとしてイオンミリング等によりトリム部 2 2 を形成し、下部磁極先端層 1 9 のトリム部 2 2 の幅を上部磁極先端層 8 のトラック幅 T_w とほぼ同等となるようにする。その他の構成は前記第 1 の実施例と同じである。

【0020】

図 7 に、下部磁極先端層 1 9 の突出部 2 4 の幅 L_{pfw} を変化したときのオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の変化を示す。ここで、 $L_{pfd}=0.15\mu m$ とした。図のように、 L_{pfw} をトラック幅 ($=0.25\mu m$) より $0.35\mu m$ すなわち 2.4 倍大きい $0.6\mu m$ としても、オフトラック漏洩磁界 H_{xz} の低減効果は維持され、トラック幅より $0.55\mu m$ すなわち 3.2 倍大きい $0.8\mu m$ とした場合には $L_{pfd}=0$ すなわち突出部 2 4 を設けない場合に比較して部分的にオフトラック漏洩磁界 H_{xz} が大きくなる。

【0021】

本発明の第 2 の実施例による薄膜記録ヘッドによれば、下部磁極先端層 1 9 の突出部 2 4 の幅をトラック幅 T_w の 2.4 倍大きくすることにより、上部磁極先端層 8 のトラック幅 T_w と突出部 2 4 との合わせ誤差を吸収して、かつオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を低減することができる。

【0022】

以上のとおり、突出部 2 4 の幅 L_{pfw} はトラック幅 T_w の 2.4 倍以下であればオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の低減効果が得られる。そして突出部 2 4 以外の下部磁極先端層 1 9 の浮上面 1 5 からの後退量 L_{pfd} は 0 を超える値であれば効果があるが実質的には $0.01\mu m$ 以上で効果が見られる。また、 L_{pfd} が大きくなった場合にはオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の減少効果は増加するが、トラック中心での記録磁界が低下する傾向があり、これを防ぐために $1\mu m$ 以下、望ましくは $0.5\mu m$ 以下とすることが好ましい。

【0023】

なお、下部磁極主層 1 8 あるいは下部磁極先端層 1 9 と上部磁極主層 1 3 あるいは上部磁極先端層 8 の幅を浮上面 1 5 から浮上面の奥行き方向に渡ってほぼ同一の幅に構成する薄膜記録ヘッドもあり得るが、前記実施例の薄膜記録ヘッドにおいては、下部磁極主層 1 8 あるいは下部磁極先端層 1 9 の幅はヘッド後部から浮上面近傍に渡って、基本的にトラック幅 T_w および突出部 2 4 の幅 L_{pfw} より大きく構成する。これにより記録磁界の低下を防止する特徴を有する。具体的には下部磁極主層 1 8 あるいは下部磁極先端層 1 9 の幅は浮上面から L_{pfd} 以上の位置ではトラック幅 T_w および突出部 2 4 の幅 L_{pfw} より大きく、 L_{pfd} 以下の位置では突出部 2 4 の幅となる。

【 0 0 2 4 】

〔実施例 3〕

本発明の第 3 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドを図 8 に示す。第 3 の実施例では、突出部 2 4 の幅を大きくして、上部磁極先端層 8 との合わせ誤差を吸収しやすくするために、突出部 2 4 の上端角部 2 5 を幅 Δw 、深さ Δh に渡って除去する。その他の構成は図 2 と同じであるため図示は省略してある。図 9 に $L_{pfd}=0.15\mu\text{m}$ 、 $L_{pfw}=0.8\mu\text{m}$ とした場合のオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を示す。図のように、 $\Delta w=0$ 、 $\Delta h=0$ の場合に比較して、 Δw 、 Δh を大きくすることによりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を減少することが出来る。従って、図 2 に示した実施例 2 の薄膜記録ヘッドにおいて、突出部 2 4 の幅 L_{pfw} をトラック幅 T_w より $0.55\mu\text{m}$ 大きい $L_{pfw}=0.8\mu\text{m}$ とした場合においても、突出部 2 4 の上端角部 2 5 を除去することによりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を低減することが出来る。従って、突出部 2 4 の幅 L_{pfw} を大きくでき、上部磁極先端層 8 のトラック部との位置合わせを容易に行うことが出来る。

【 0 0 2 5 】

本実施例の薄膜記録ヘッドの製造方法の概略を図 1 0 及び図 1 1 に示す。本実施例の薄膜記録ヘッドを製造するには、図 4 において、下部磁極先端層 1 9 および下部磁極後端層 2 0 を形成した後、これらの間隙を下部非磁性絶縁層 2 1 で埋め込み、これらを研磨により平坦化し、さらにこの上に記録ギャップ層 6 を形成する。

【 0 0 2 6 】

図 1 0 (a) は記録ギャップ層 6 を形成した状態を浮上面 1 5 から見たヘッド先端近傍を示す。下部磁極主層 1 8 の上に下部磁極先端層 1 9 の突出部 2 4 が形成されており、その両側に下部非磁性絶縁層 2 1 が埋め込まれ、これらの上に記録ギャップ層 6 が形成されている。次に図 1 0 (b) に示すように、上部磁極先端層のトラック部分 8 を突出部 2 4 の上に形成する。

【 0 0 2 7 】

さらに、図 1 1 (c) に示すように、リアクティブイオンエッチング (RIE) により、酸化物からなる下部非磁性絶縁層 2 1 および記録ギャップ層 6 を選択的にエッチングし、突出部 2 4 の上端面と下部非磁性絶縁層 2 1 の上端面との間に段差 d を形成する。この場合、下部非磁性絶縁層 2 1 および記録ギャップ層 6 を Al_2O_3 等の Al 系酸化物を用いた場合にはエッチングガスとして BCl_3 などの塩素系ガスを使用する。また、下部非磁性絶縁層 2 1 および記録ギャップ層 6 に SiO_2 などの Si 系酸化物を用いた場合には、 CF_3 あるいは CF_4 などのフッ素系ガスを使用する。これにより、突出部 2 4 に使用する金属磁性膜と下部非磁性絶縁層 2 1 および記録ギャップ層 6 とのエッチングレートの比が 10~100 と大きくとれるため、下部非磁性絶縁層 2 1 の段差 d を容易に形成することが出来る。

【 0 0 2 8 】

次に、図 1 1 (d) に示すように、上部磁極先端層のトラック部 8 をマスクとして、イオンミリング等により突出部 2 4 の上面を除去する。これにより、トリム部 2 2 を形成する。また、下部非磁性絶縁層 2 1 との段差 d が存在するために、突出部 2 4 において Δw の幅、 Δh の深さに渡って、上端角部 2 5 が除去される。

【 0 0 2 9 】

ここで、図 1 1 (c) において RIE を用いて下部非磁性絶縁層 2 1 の段差 d を形成せずに、図 1 1 (d) においてイオンミリングを行った場合には、下部非磁性絶縁層 2 1 に用いる Al 系または Si 系酸化物のエッチングレートが突出部 2 4 に用いる金属磁性膜のエッチングレートに比較して遅いために、突出部 2 4 の上端角部 2 5 を除去できない。

【 0 0 3 0 】

一方、下部非磁性絶縁層 2 1 としてフォトレジスト等の有機物を用いた場合には、金属磁性膜に比べてフォトレジスト等の有機物のほうがイオンミリングによるエッチングレートが高いため、RIEにより下部非磁性絶縁層 2 1 との段差 d を形成しなくとも、図 1 1 (d) においてイオンミリングを行うことにより、所望の突出部上端角部 2 5 の除去を行うことができる。下部非磁性絶縁層 2 1 としてフォトレジストを用いる場合には、上部磁極先端層 8 を形成後、前記フォトレジストを除去し、再度 Al_2O_3 などの非磁性絶縁層を充填して浮上面 1 5 にフォトレジストが露出するのを防ぐ必要がある。

〔実施例 4〕、〔実施例 5〕

本発明の上記各実施例においては、図 4 および図 5 に示した下部磁極先端層 1 9 が存在する薄膜記録ヘッドを基にした例を示したが、図 3 に示した下部磁極先端層がない薄膜記録ヘッドを基に、図 1 2 および図 1 3 のように、下部磁極 5 に突出部 2 4 を設けても、前記各実施例と同様のオフトラック漏洩磁界の低減効果が得られる。（実施例 4）

また、図 3 および図 4 には、下部磁極と上部磁気シールドを兼用した記録再生分離型磁気ヘッドを示したが、図 1 4 および図 1 5 に示すように、上部磁気シールド 2 6 と下部磁極 5 あるいは下部磁極主層 1 8 を分離し、これらの間に非磁性材からなる分離層 2 7 を設けた、いわゆるピギーバック構造としても良い。これにより、下部磁極 5、1 8 から再生素子 4 に漏洩する記録磁束が低減し、再生出力の不安定性を防止できる。（実施例 5）

なお、前記図 1 2 および図 1 3 に示される記録再生分離型磁気ヘッドは、分離層 2 7 を設けたピギーバック型の例を示したものである。

【 0 0 3 1 】

実施例 4 及び 5 の突出部 2 4 を設けた下部磁極先端層 1 9 あるいは下部磁極 5 はいわゆるフレームメッキ法あるいはパターンメッキ法により作製するのが好ましい。これらの方法では、下部磁極先端層 1 9 あるいは下部磁極 5 を形成すべき基体に導電性のシード膜をスパッタリング法等により形成し、さらにこの上にフォトレジストを塗布する。次に、マスクを通してフォトレジストを露光、現像し、突出部 2 4 を有する下部磁極先端層 1 9 あるいは下部磁極 5 の形状となるべき

部分を除去し、この部分に電気メッキ法により下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 となるべき磁性膜を形成する。

【0032】

フレームメッキ法は所望の磁極形状を囲むように一定の幅を有する棒状のレジストを形成する方法であり、パターンメッキ法はレジスト形状が棒状ではなく、磁極の形状が凹部となり周囲がレジストで構成されるレジストパターンを形成する方法である。いずれの方法でも、突出部 24 の幅 L_{pfw} および下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 の後退量 L_{pfd} を精度良く作製する方法として好適である。また、突出部 24 のない下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 をメッキ法あるいはスパッタリング法により形成し、マスクを通して不要部をイオンミリング等により除去して突出部 24 を形成してもよい。

【0033】

実施例 4 及び 5 の薄膜記録ヘッドにおいて、突出部 24 を構成する磁性膜は上部磁極先端層 8 とともに記録ギャップに接して記録磁界を発生する主要部であるため、飽和磁束密度の高い磁性材料を用いる必要がある。具体的には FeCo 膜あるいはこれに耐食性を増加するための N、Ni 等を少量含む磁性膜がある。これらは最大 2.4 T までの高い飽和磁束密度を有する。また、CoNiFe 膜は組成を調整することにより 1.8 T から 2.4 T までの高い飽和磁束密度が得られる。さらに、Fe を 50 wt% 以上含む FeNi 膜は 1.6 T 以上の高い飽和磁束密度が得られる。

【0034】

これらの膜は単独で下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 を形成してもよいが、これらを 2 層以上で構成し、記録ギャップに接する下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 の上層部には FeCo 膜などの高飽和磁束密度を有する磁性膜を使用し、下部磁極先端層 19 あるいは下部磁極 5 の下層部には CoNiFe、46NiFe 膜などのように、FeCo 膜よりは飽和磁束密度が低下するが耐食性が高い膜を使用することも出来る。

〔実施例 6〕

本発明の第 6 の実施例を図 16 および図 17 に示す。ここでは、下部磁極先端層 19 を使用する例を示すが、下部磁極先端層 19 がなく下部磁極 5 のみの場合

も同様である。本実施例では図のように、下部磁極先端層 1 9 を複数の層で構成し、下部磁極先端層上層部 2 8 のみに突出部 2 4 を形成する。このようにした場合でも下部磁極先端層 1 9 の上端面 2 3 が浮上面 1 5 に露出する部分が記録ギャップから離れるために、オフトラック漏洩磁界を低減することができる。

【 0 0 3 5 】

本実施例の薄膜記録ヘッドの製造方法の例を図 1 8 及び図 1 9 に示す。図 1 8 は下部磁極先端層近傍を浮上面より見た図である。図 1 8 (a) に示すように、下部磁極主層 1 8 の上に前記のフレイムメッキ法あるいはパターンメッキ法により下部磁極先端層下層部 2 9 を形成し、下部非磁性絶縁層を充填して平坦化し、この上に下部磁極先端層上層部 2 8 となるべき磁性膜を形成する。下部磁極先端層上層部 2 8 の形成には前記と同様のフレイムメッキ法あるいはパターンメッキ法を使用してもよいが、この場合、再度研磨等により平坦化加工が必要となる。

【 0 0 3 6 】

下部磁極先端層上層部 2 8 の膜厚は記録特性のばらつきを押さえるために比較的高精度が要求されるが、研磨加工は膜厚精度の点で必ずしも十分でない場合がある。従って、本実施例ではいわゆるリフトオフ法を用いる。図 1 8 (b) に示すように、下部磁極先端層上層部 2 8 の磁性膜上に 2 段レジスト法等により上部の幅が下部の幅より大きいレジストパターン 3 0 を形成する。このレジストパターン 3 0 は突出部 2 4 を有する下部磁極先端層上層部 2 8 の形状とほぼ等しくする。

【 0 0 3 7 】

次に図 1 9 (c) に示すように、前記レジストパターン 3 0 をマスクとしてイオンミリング等により下部磁極先端層上層部の磁性膜 2 8 の不要部を除去し、突出部 2 4 を有する下部磁極先端層上層部 2 8 の形状が得られる。次に、図 1 9 (d) に示すように、先に磁性膜を除去した部分に前記レジストパターン 3 0 をマスクとしてスパッタリング法などにより非磁性絶縁層 2 1 を埋め込む。これにより、下部磁極先端層上層部 2 8 と非磁性絶縁層 2 1 がほぼ平坦な形状が得られる。さらに、前記マスクパターン 3 0 を除去し、記録ギャップ層 6 を形成して、その後は図 1 0 及び図 1 1 に示したと同様の方法により、本実施例の薄膜記録ヘッドが

得られる。

【 0 0 3 8 】

本実施例において、下部磁極先端層上層部 2 8 に使用する磁性膜はメッキ膜を使用してもよいが、スパッタ膜を使用することが出来る。スパッタ膜を使用した場合、メッキ膜では使用できない、FeCoAlO系磁性膜、FeCoN系磁性膜等が使用でき、耐食性向上が可能となる。

【 0 0 3 9 】

前述の本発明の各実施例においては、図 3 および図 4 のように、導体コイルが 2 層で上部磁極上層後端部 1 6 を周回するように構成された例を示したが、導体コイルは 1 層もしくは 3 層でもよく、また、図 2 0 に示すように、下層導体コイル 1 2 が上部磁極先端層 8 と上部磁極後端層 9 の間にあって上部磁極後端層 9 を周回し、上層導体コイル 1 2' が上部磁極上層後端部 1 6 を周回する場合、あるいは、下層導体コイル 1 2 が下部磁極先端層 1 9 と下部磁極後端層 2 0 の間にあって下部磁極後端層 2 0 を周回する場合等がある（図示せず）。

【 0 0 4 0 】

また、図 2 1 に示すように、下層導体コイル 1 2 が下部磁極先端層 1 9 と下部磁極後端層 2 0 の間にあり、上層導体コイル 1 2' が上部磁極先端層 8 と上部磁極後端層 9 の間にある場合、さらに図 2 1 において下層導体コイル 1 2 のみの場合等がある。また、図 2 1 の例では、上部磁極上層部 1 3 の部分に導体コイルがないため、上部磁極上層 1 3 が平坦な形状を有する。この場合では磁気回路の実質的な周回長が短いために、高周波特性の向上に有利である。

【 0 0 4 1 】

さらに、図 2 2 の例では、下部磁極が下部磁極先端層 1 9、下部磁極主層 1 8 および下部磁極後端層 2 0 からなり、上部磁極は先端層が無く平坦な上部磁極上層 1 3 のみからなり、このヘッド先端部でトラック幅を形成している。導体コイル 1 2 は下部磁極先端層 1 9 と下部磁極後端層 2 0 の間に配置されている。このような構成の場合は、磁気回路の周回長を短くできるために高周波特性の向上に有利である。この構成においても、前記各実施例と同様に下部磁極先端層 1 9 に突起部を設け、突起部以外の下部磁極先端層 1 9 を浮上面より後退させることに

より、オフトラック漏洩磁界を低減し隣接トラックの信号減衰を防止することができる。

【0042】

以上の本発明の各実施例によれば、薄膜記録ヘッドにおける記録磁界を低下させずにオフトラック漏洩磁界を低減する効果はいずれのトラック幅においても得られるが、特にトラック幅が $0.3\mu\text{m}$ 以下の狭トラック幅の領域になり、トラックピッチが 70kTPI 以上となって、記録磁界強度およびオフトラック漏洩磁界が大きな問題になる領域において優れた効果を発揮する。また、記録媒体の保磁力が 279kA/m (3500Oe) 以上の高保磁力媒体を使用する磁気ディスク装置に組み込まれる場合に優れた効果を発揮する。

【0043】

前記実施例のいずれかの記録再生分離型磁気ヘッドを搭載する磁気ディスク装置は、磁気記録媒体とそれを駆動するモータと、記録再生分離型磁気ヘッドの位置決めをする機構と、これらを制御する回路系および記録再生分離型磁気ヘッドに記録信号を供給し、記録再生分離型磁気ヘッドからの再生信号を処理する回路系等から構成され、前記磁気記録媒体の保磁力が 279kA/m (3500Oe) 以上であり、トラックピッチ 70kTPI 以上を実現する。

【0044】

さらに、本発明の記録再生分離型磁気ヘッドを使用した磁気ディスク装置を組み込んだ磁気ディスクアレイ装置において優れた効果を発揮する。

【0045】

以上説明した本発明の記録再生分離型磁気ヘッドにおける薄膜記録ヘッドの製造方法の特徴を整理すると以下の通りである。

【0046】

突出部24を含む下部磁極5あるいは下部磁極先端層19をフレームメッキ法またはパターンメッキ法によって形成する。

【0047】

下部磁極5あるいは下部磁極先端層19の浮上面15から後退した部分をA1を含有する酸化物で充填し、ボロン系ガスを用いたリアクティブイオンエッチン

グ法により充填した酸化物層 2 1 を選択的にエッチングし、前記突出部 2 4 の上端面と前記酸化物層 2 1 の上端面との間に段差 d を設ける。

【 0 0 4 8 】

また、下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 の浮上面 1 5 から後退した部分を S i を含有する酸化物で充填し、フッ素系ガスを用いたリアクティブイオンエッチング法により充填した酸化物層 2 1 を選択的にエッチングし、前記突出部 2 4 の上端面と前記酸化物層 2 1 の上端面との間に段差 d を設ける。

【 0 0 4 9 】

下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 の上層部の磁性膜をレジストパターン 3 0 をマスクに用いて不要部を除去し、同一のレジストパターン 3 0 をマスクとして除去した部分に非磁性絶縁層 2 1 を形成することにより、前記下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 の上層部の上面と非磁性絶縁層 2 1 の上面がほぼ平坦となるように形成する。

【発明の効果】

以上の説明のとおり本発明によれば、薄膜記録ヘッドの下部磁極先端層あるいは下部磁極に浮上面方向に突出部を設けることにより、オフトラック漏洩磁界を大幅に低減し、狭トラックピッチが実現可能な記録再生分離型磁気ヘッドを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 3】

従来の記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図 4】

従来の記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図 5】

図 4 に示される従来の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施例による薄膜記録ヘッドと従来の薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を比較する図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドと従来の薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を比較する図である。

【図 8】

本発明の第 3 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッド先端部の斜視図である。

【図 9】

本発明の第 3 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を示す図である。

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 1 1】

図 1 0 に続く薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 1 2】

本発明の第 4 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 1 3】

本発明の第 4 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 1 4】

本発明の第 5 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図 1 5】

本発明の第 5 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図 1 6】

本発明の第 6 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 1 7】

本発明の第 6 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図 1 8】

本発明の第 6 の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 1 9】

図 1 8 に続く薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図 2 0】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【図 2 1】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【図 2 2】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 : 基板 2 : 下部磁気シールド 3 : 再生ギャップ 4 : 再生素子
- 5 : 下部磁極 6 : 記録ギャップ層 7 : デプス規定用非磁性層
- 8 : 上部磁極先端層 9 : 上部磁極後端層 10 : 非磁性絶縁層
- 11 : 導体コイル絶縁層 12 : 下層導体コイル 12' : 上層導体コイル
- 13 : 上部磁極上層 14 : 保護層 15 : 浮上面
- 16 : 上部磁極上層後端部 17 : 記録媒体 18 : 下部磁極主層
- 19 : 下部磁極先端層 20 : 下部磁極後端層 21 : 下部非磁性絶縁層
- 22 : トリム部 23 : 下部磁極先端層上端面 24 : 突出部
- 25 : 突出部の上端角部 26 : 上部磁気シールド 27 : 分離層
- 28 : 下部磁極先端層上層部 29 : 下部磁極先端層下層部

3 0 : レジストパターン

T w : トラック幅 G d : ギャップデプス G L : ギャップ長

T r : トリム高さ L p f w : 突出部幅

L p f d : 下部磁極または下部磁極先端層後退量

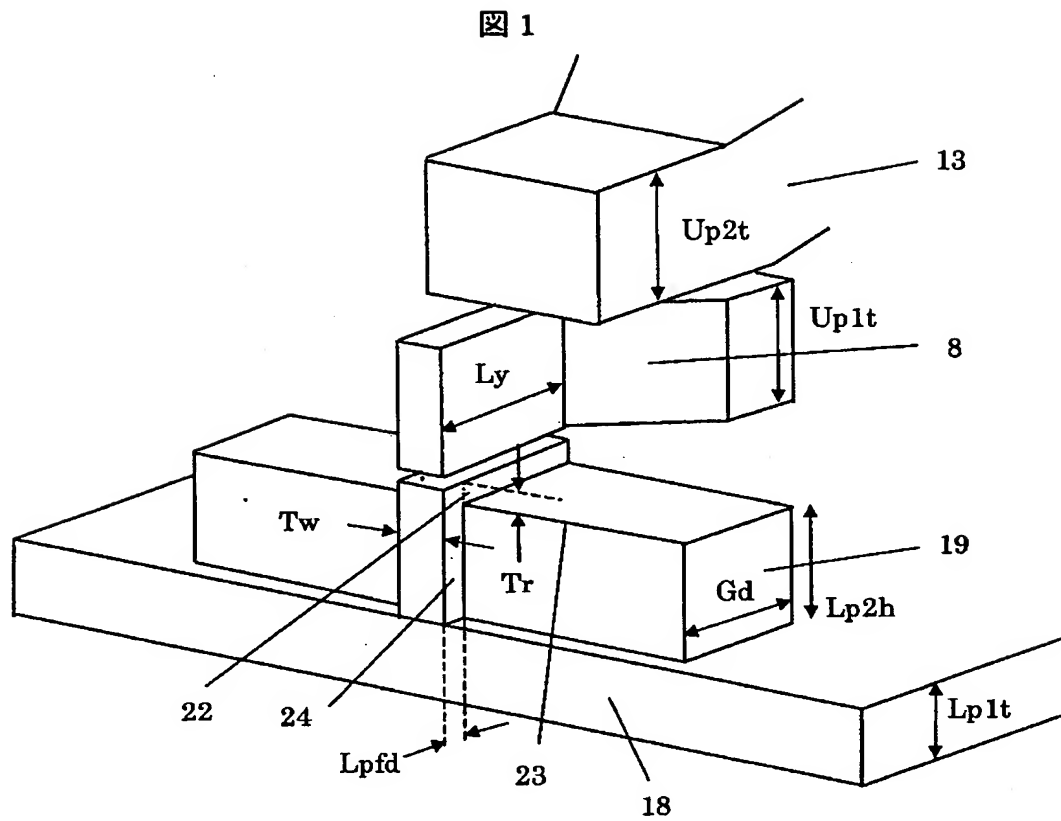
L p 2 h : 下部磁極先端層の高さ L y : 上部磁極先端層の磁極広がり位置

U p 1 t : 上部磁極先端層の厚さ U p 2 t : 上部磁極上層の厚さ

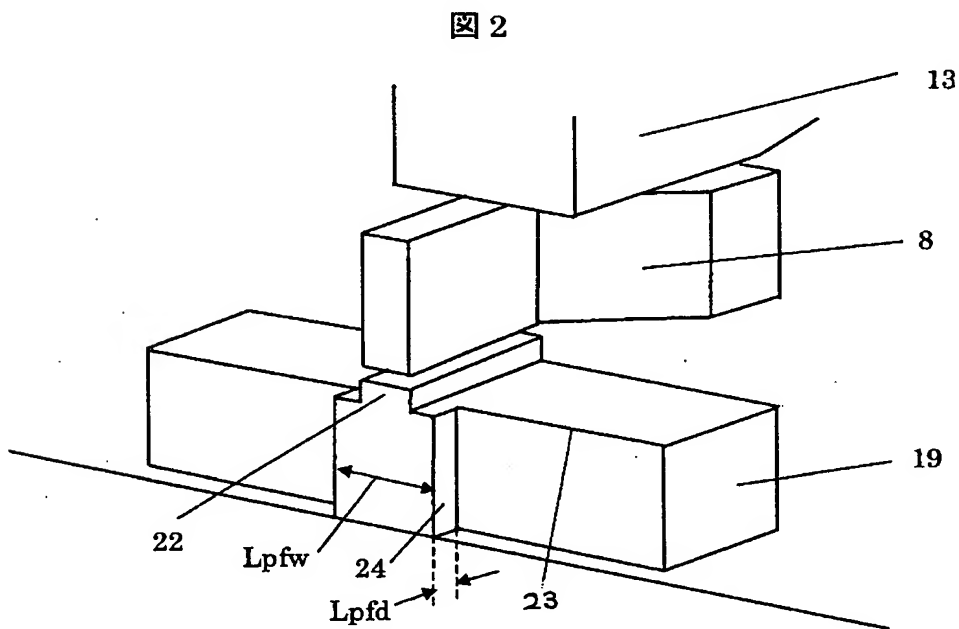
L p 1 t : 下部磁極主層の厚さ。

【書類名】 図面

【図 1】

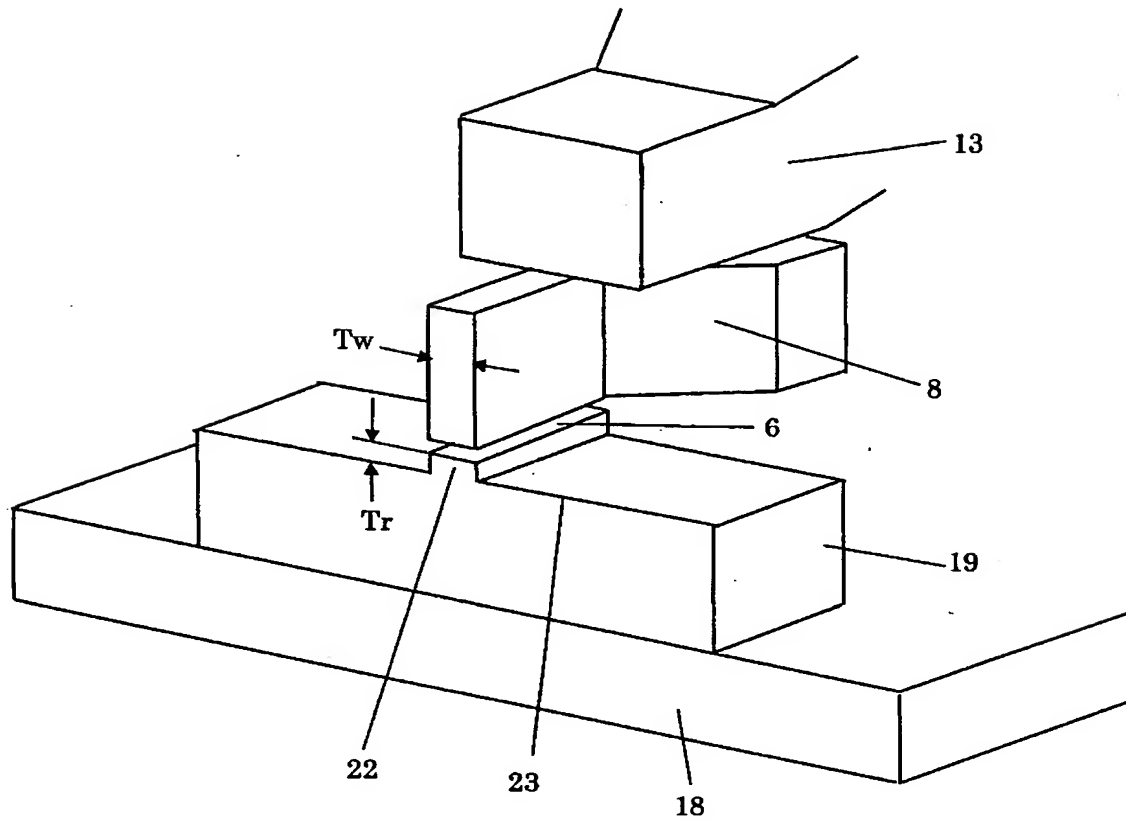


【図 2】



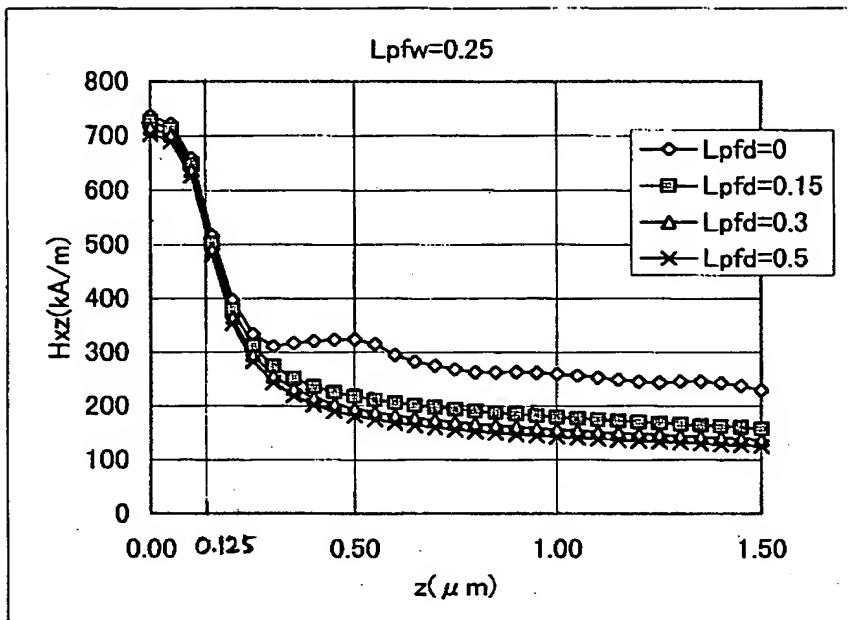
【図 5】

図 5



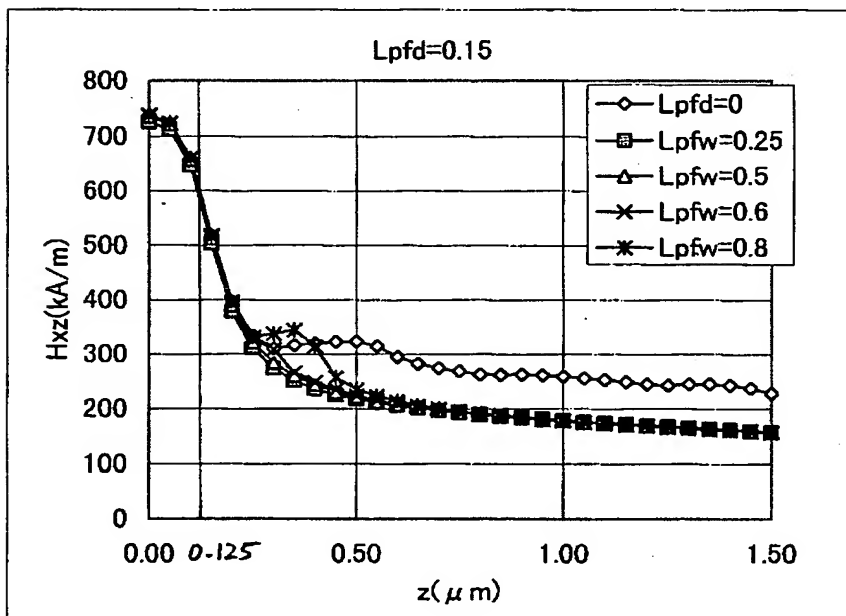
【図 6】

図6

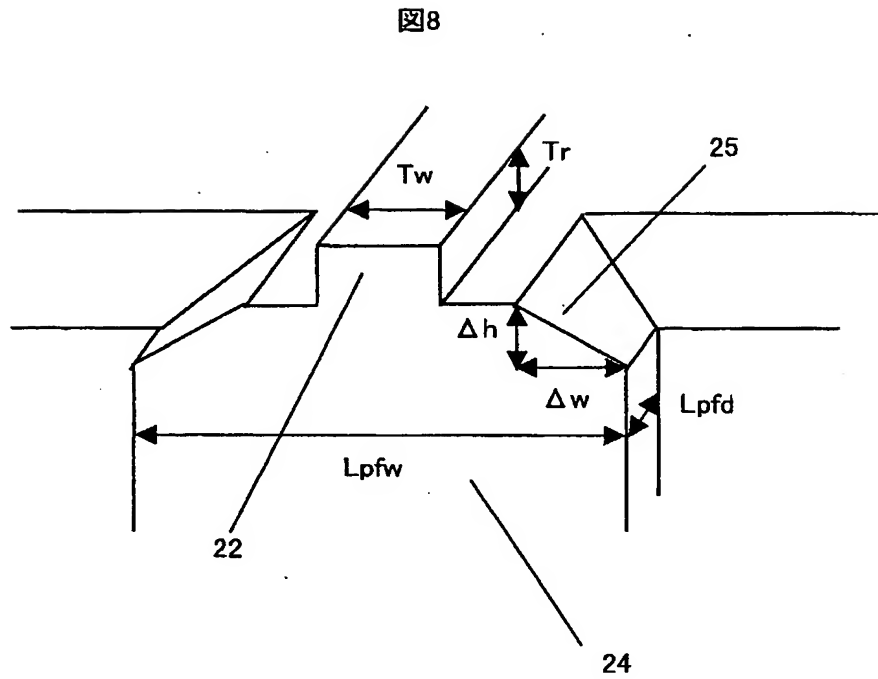


【図 7】

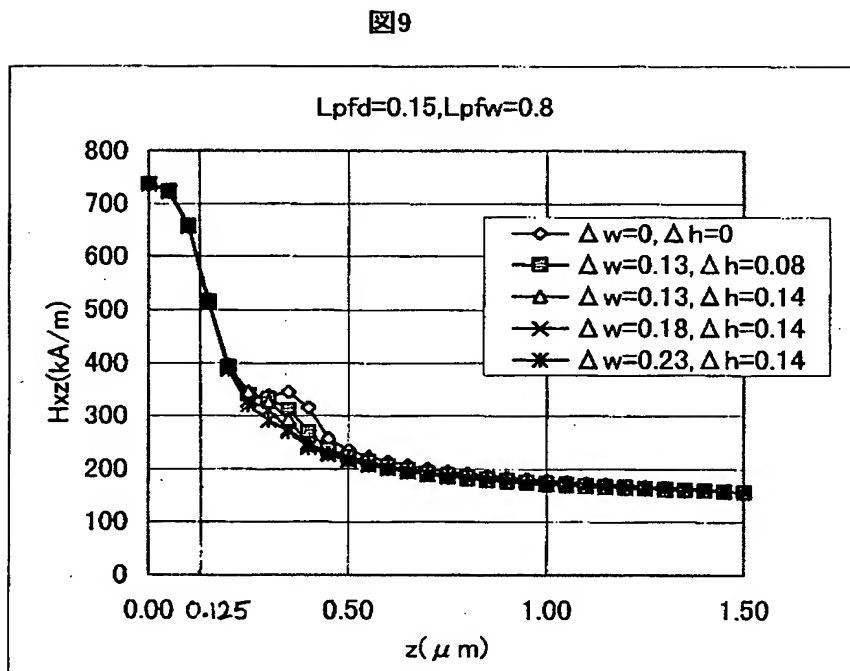
図7



【図 8】

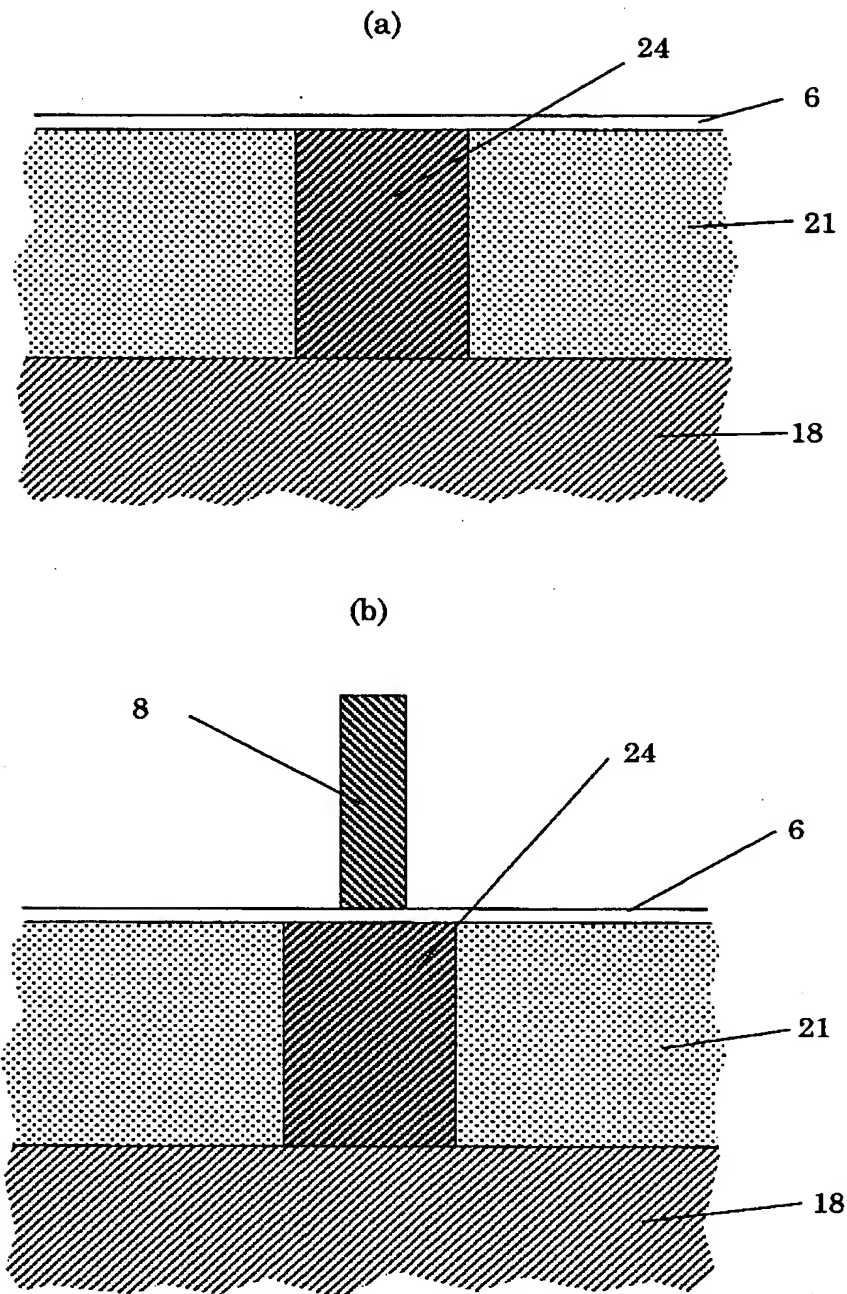


【図 9】



【図 1 0】

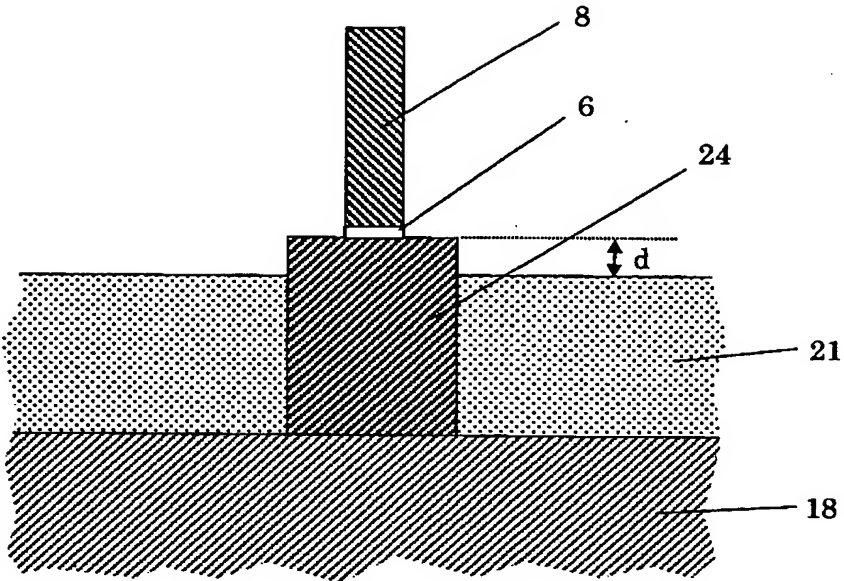
図 10



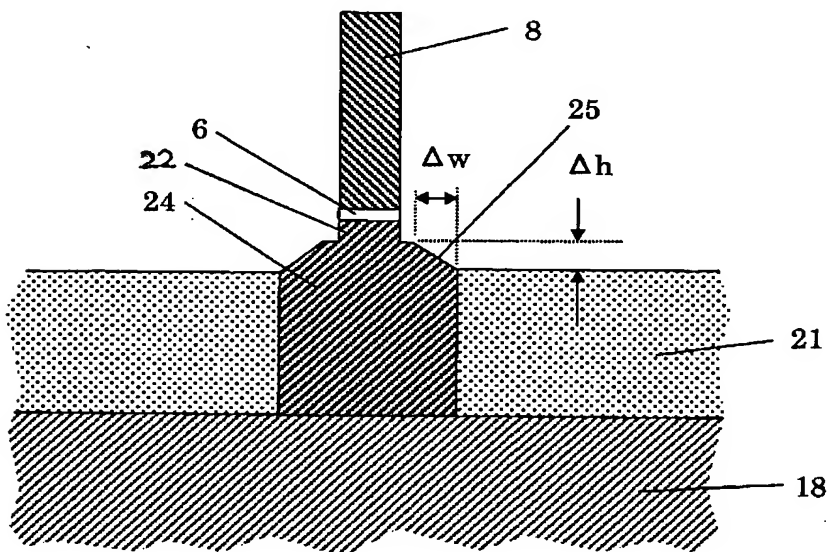
【図 11】

図 11

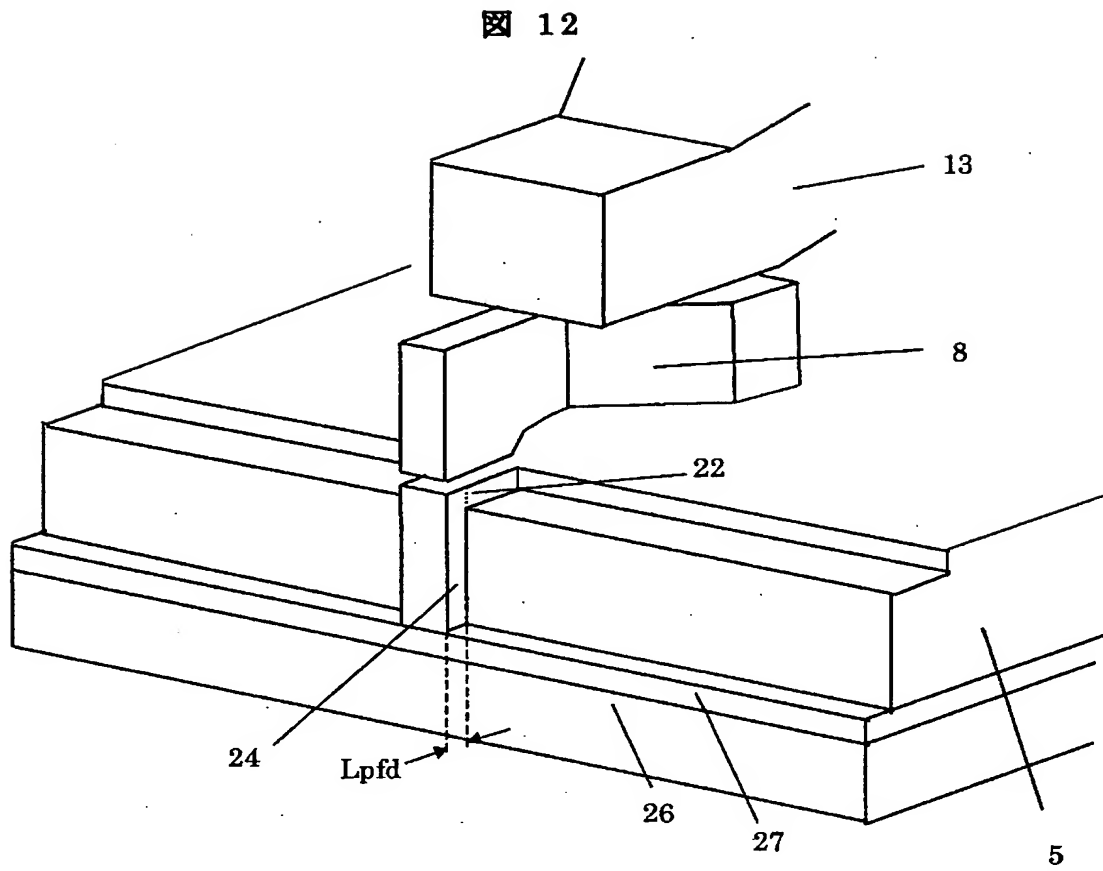
(c)



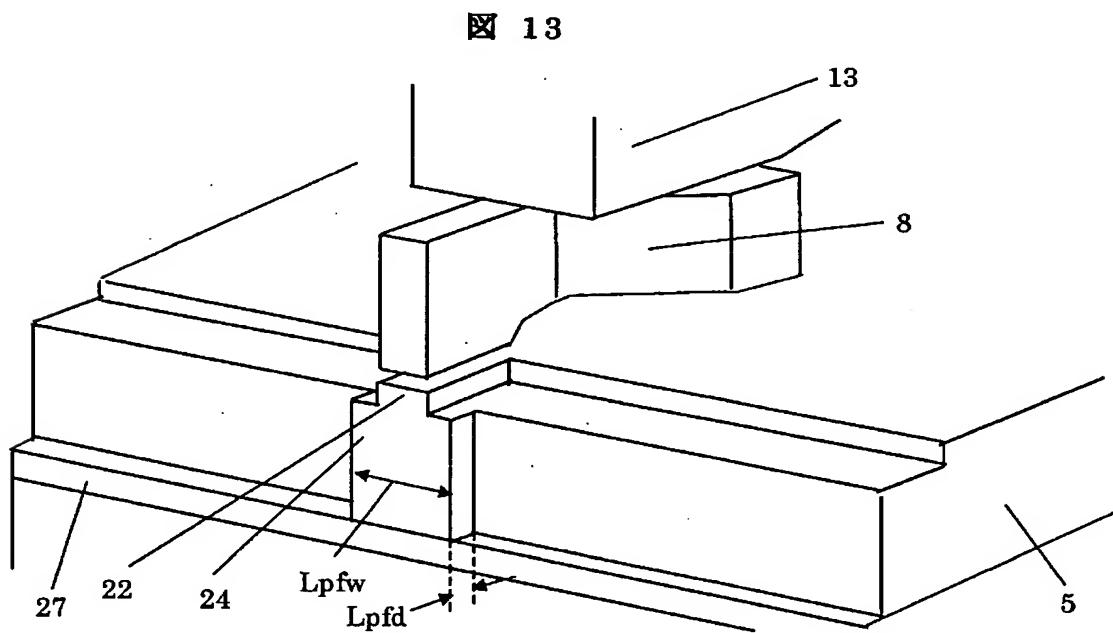
(d)



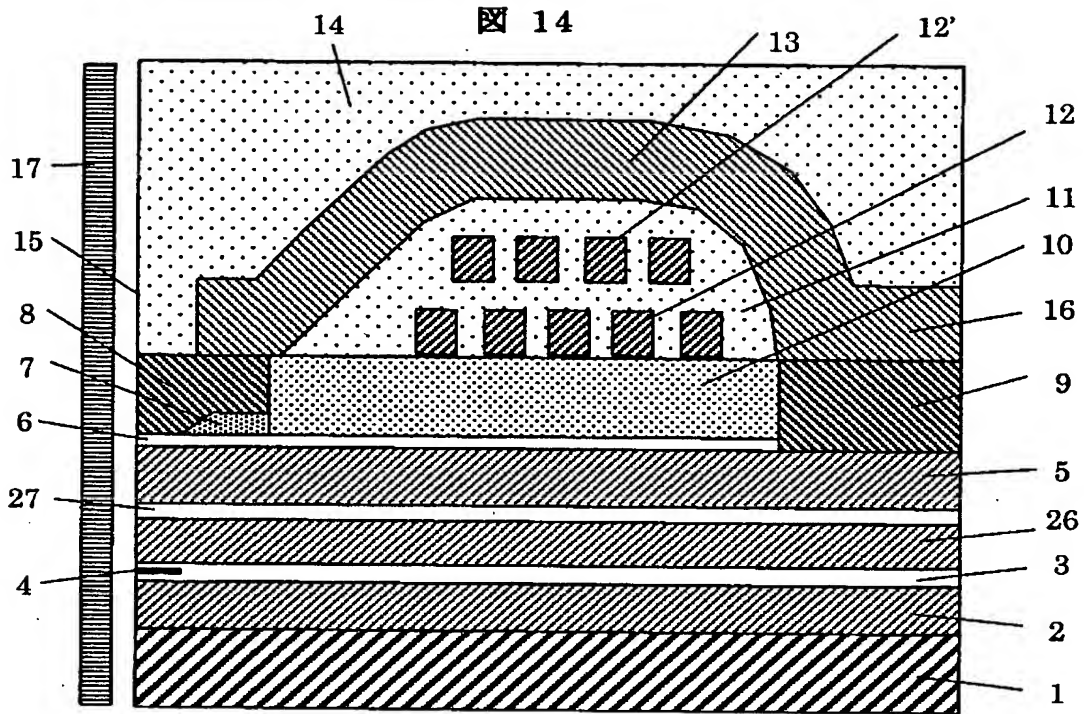
【図 12】



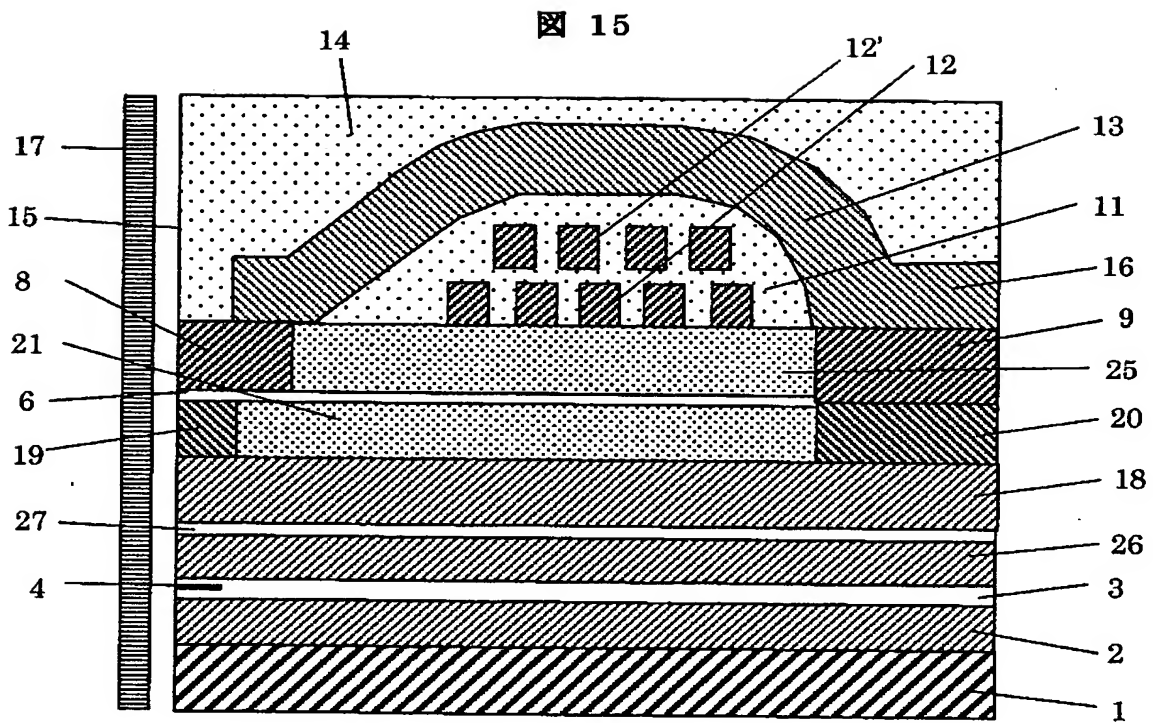
【図 13】



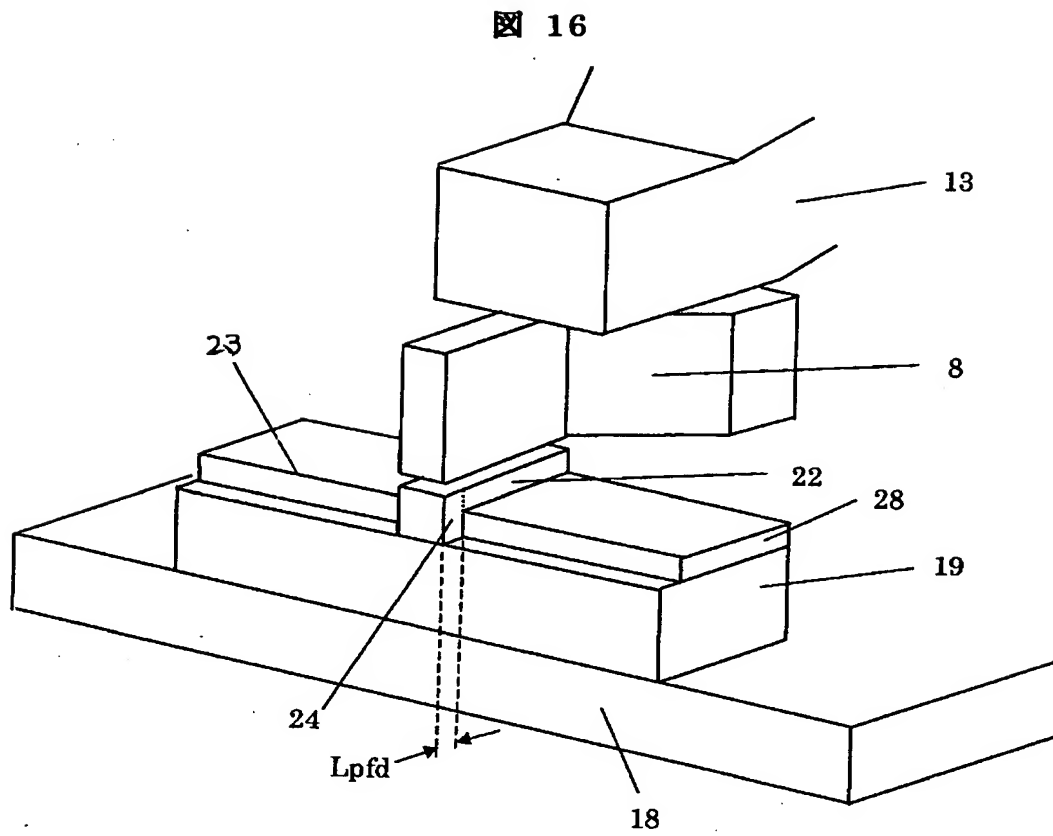
【図 14】



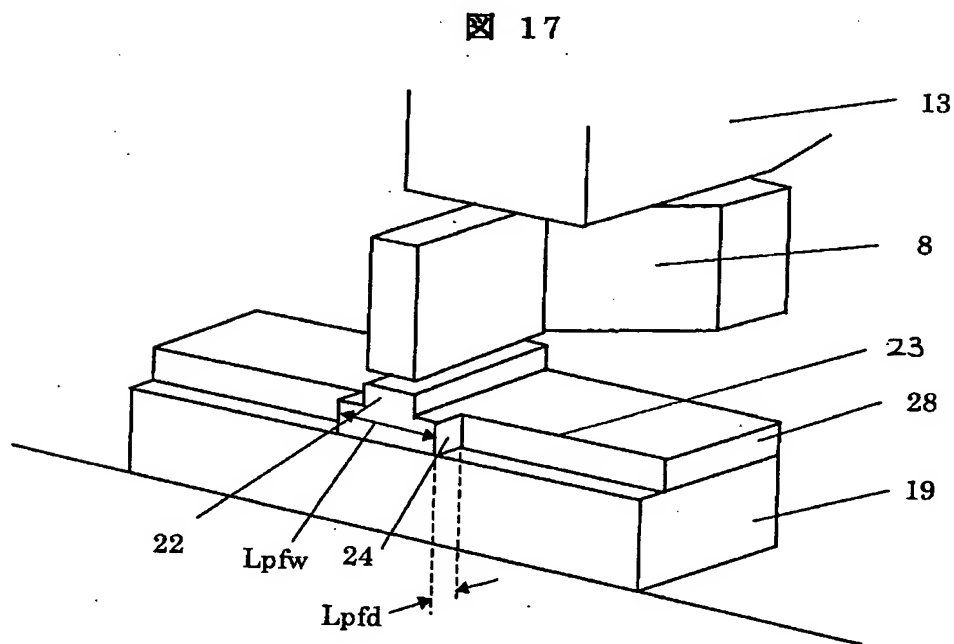
【図 15】



【図 16】



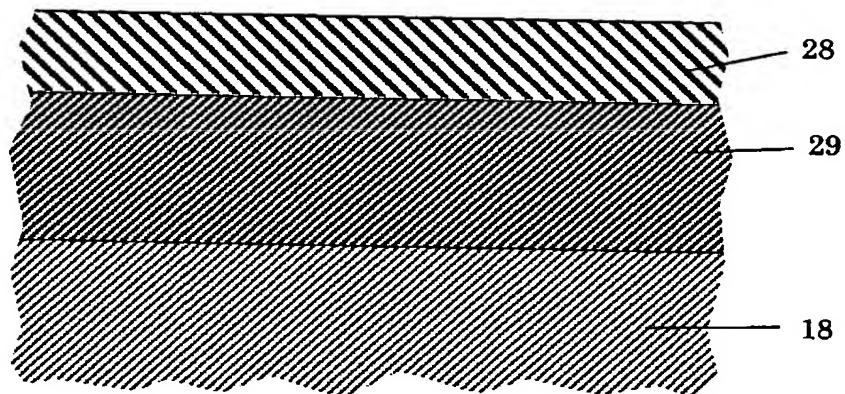
【図 17】



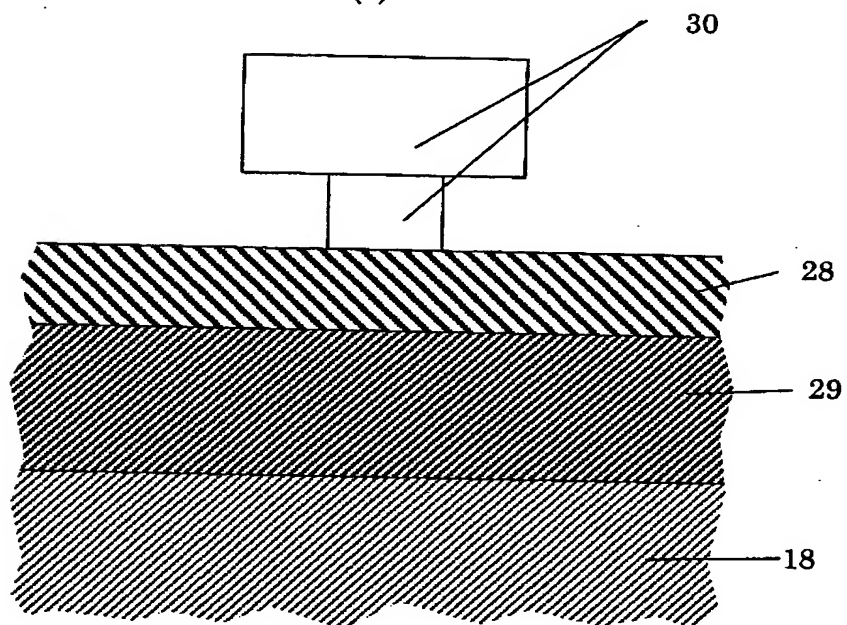
【図 1 8】

図 18

(a)



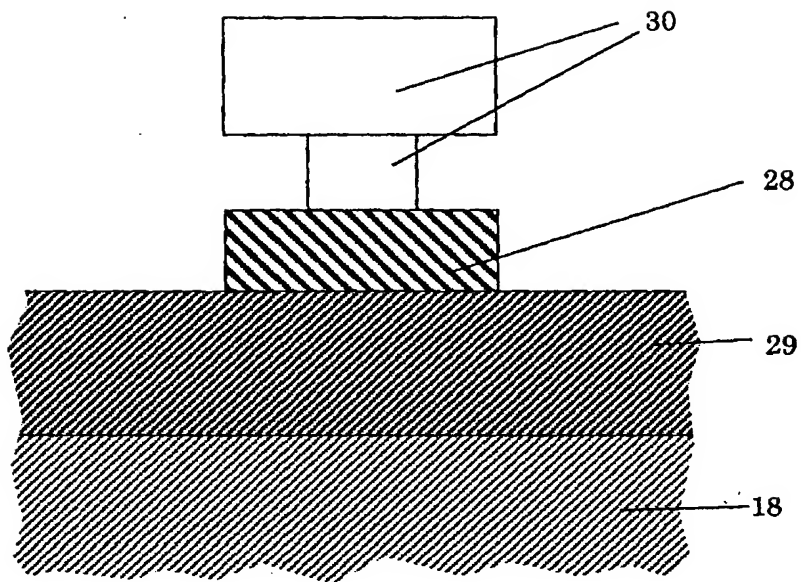
(b)



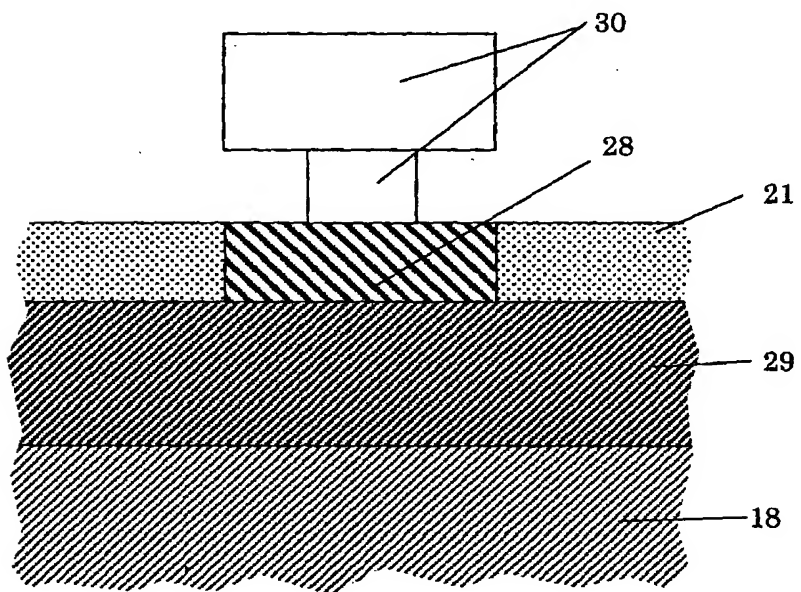
【図 1 9】

図 1 9

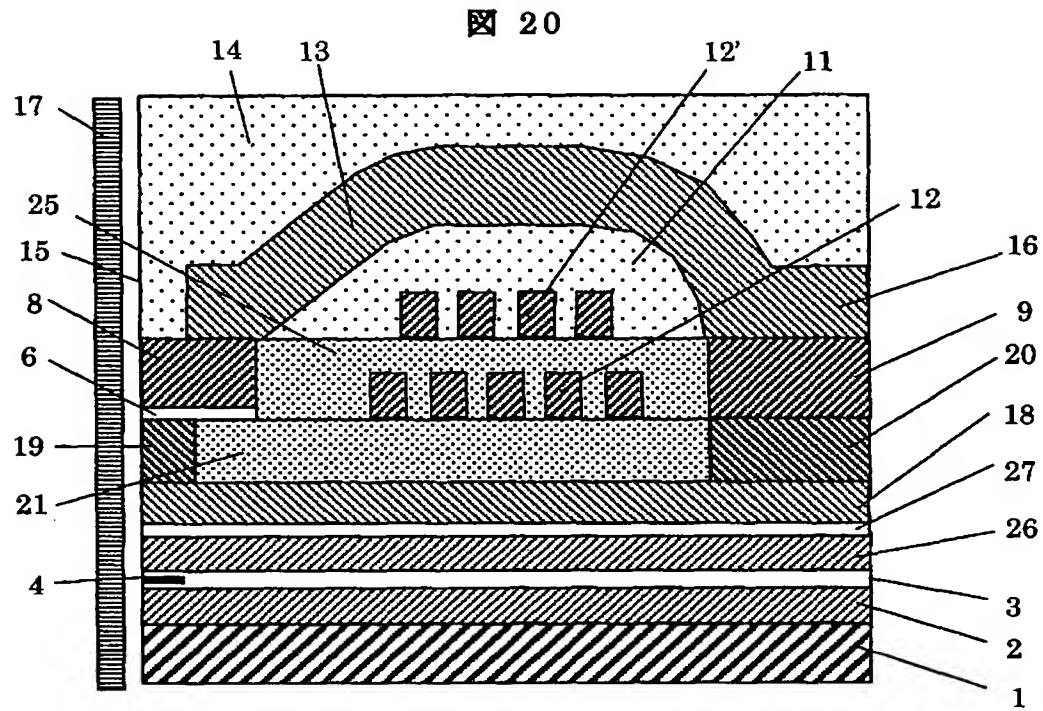
(c)



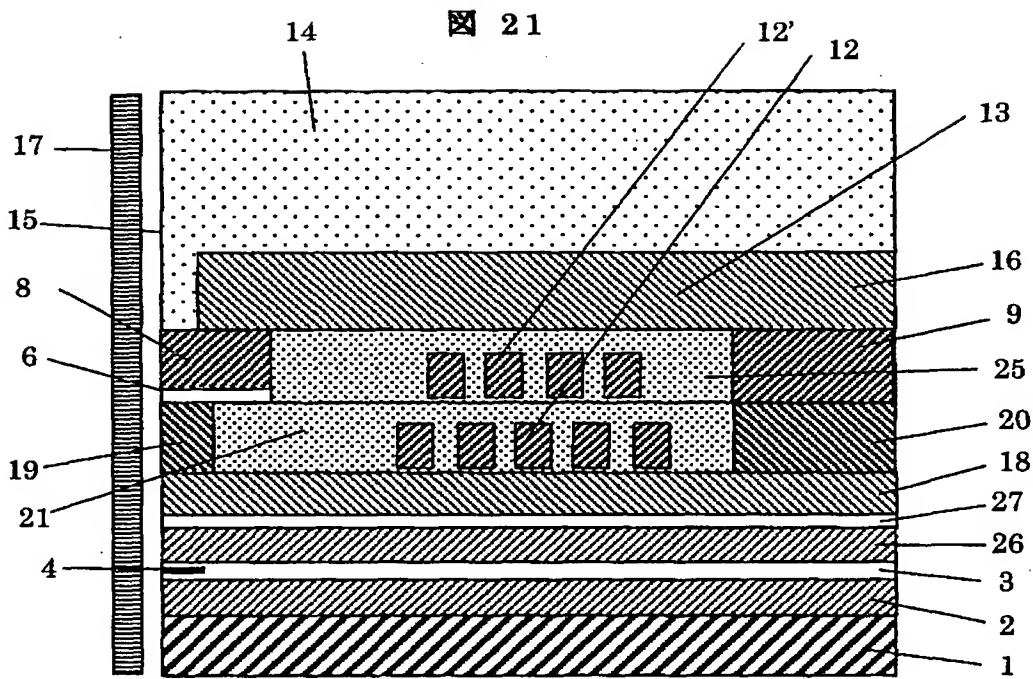
(d)



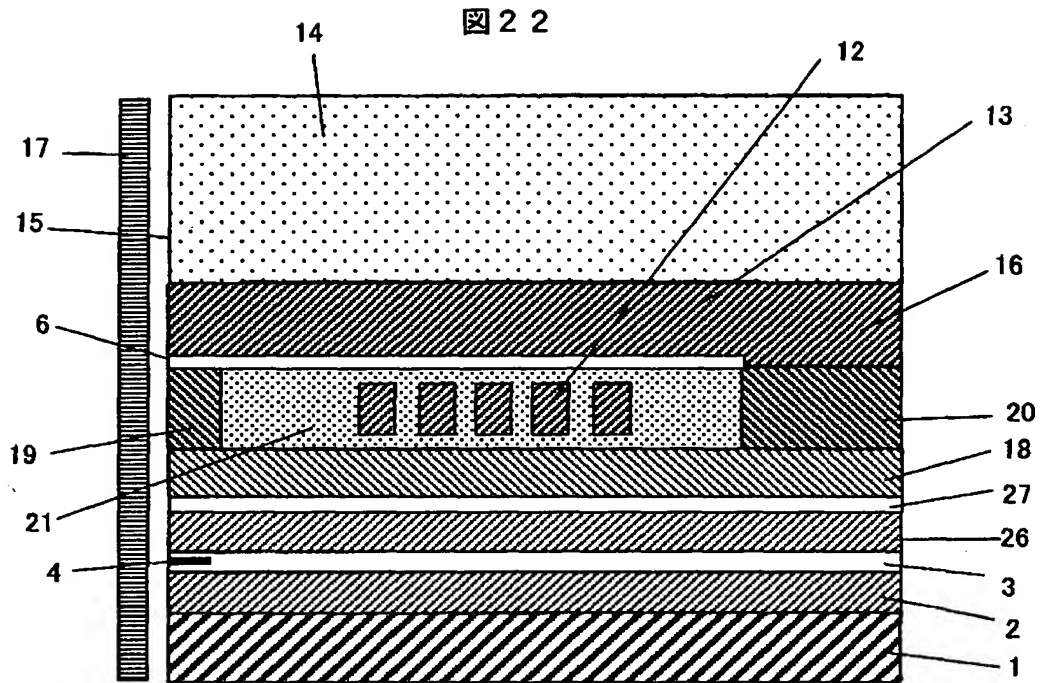
【図 20】



【図 21】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

高い記録磁界と低いオフトラック漏洩磁界を有する、狭トラックピッチに適した狭トラック薄膜記録ヘッドを有する記録再生分離型磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】

下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 に、トラック幅 T_w に等しいかやや広い幅 L_{pfw} を有する浮上面側に突出する突出部 2 4 を設ける。突出部以外の下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 は浮上面 1 5 より L_{pfd} だけ後退させる。このような構成をとることにより、オフトラック部の漏洩磁界が発生する下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 1 9 の上端面 2 3 が浮上面 1 5 に露出しないため、オフトラック部の漏洩磁界 H_{xz} を大幅に低減することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名 株式会社日立製作所